



TSSG OY MAASTOLINJAN KUNNOSSAPITOTARKASTUSTEN LAADUN VARMISTAMINEN

Jesse Lehtonen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

LEHTONEN, JESSE:

TSSG Oy Maastolinjan kunnossapitotarkastusten laadun varmistaminen

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Huhtikuu 2015

Tämän opinnäytetyön aiheena oli TSSG Oy Maastolinjan suorittamien pienjänniteverkon kunnossapitotarkastusten osa-alueiden ja tarkastettavien kohteiden perusteellinen läpikäyminen määräysten ja standardien asettamien vaatimusten sekä suositusten valossa. Työn tarkoituksena oli tuoda esiin kunnossapitotarkastuksia tehtäessä ilmenneitä ongelmia ja pyrkiä luomaan niihin mahdollisuuksien mukaan parannusehdotuksia tarkastustyön tehostamiseksi ja tarkastusten laadun varmistamiseksi.

Työn lähtökohtana oli kunnossapitotarkastustoiminnan kriittinen tarkastelu työharjoittelun aikana. Työharjoittelujaksolla opinnäytetyön aihe oli jo alustavasti hahmoteltuna. Sen pääpaino oli työhön liittyvien ongelmien löytämisessä ja kehittämistä vaativien asioiden esiin tuomisessa. Varsinaisen tarkastustyön tekeminen, työmenetelmien testaaminen ja aktiivinen tarkastuksiin liittyvien yksityiskohtien tiedustelu loivat tärkeän perustan opinnäytetyölle. Työharjoittelusta saatujen näkemysten lisäksi työtä varten haasteltiin Maastolinjan työntekijöitä.

Työssä Maastolinjan kunnossapitotarkastusprosessia tarkasteltiin laadullisesta näkökulmasta. Epäkohtia nostettiin esiin ja niihin ideoitiin parannusehdotuksia. Perehdytyksen heikkoutena oli sen hajanaisuus ja epäyhtenäisyys. Perehdytyksen puutteita tarkasteltiin niistä aiheutuvien työn lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden näkökulmasta. Parannusehdotuksena perehdytyksen puutteisiin ehdotettiin perehdytyksen linjan yhtenäistämisen lisäksi perehdytysuunnitelman luomista. Dokumentoinnin osalta paneuduttiin vanhan verkkotietojärjestelmän jäykkyyteen ja siitä johtuvien sivuprosessien työntekoa hidastaviin vaikutuksiin. Menetelmien kehittämiseksi luotiin katsaus järjestelmän vaihdoksen myötä avautuviin uusiin mahdollisuuksiin kehittää tarkastusten dokumentointia muun muassa verkkotietojärjestelmän mobiilikäytön keinoin.

Asiasanat: kunnossapitotarkastus, laatu, pienjänniteverkko.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Engineering

LEHTONEN, JESSE:

Ensuring the Quality of Maintenance Inspections in TSSG Ltd Maastolinja

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 1 pages
April 2015

The subject of this thesis was to thoroughly inspect the sectors and subjects of low-voltage distribution network maintenance inspections performed by TSSG Ltd Maastolinja from the perspective of requirements and recommendations set by standards and regulations. The purpose of the work was to bring out problems discovered during maintenance inspections and aim to provide suggestions for improvement to enhance and to ensure the quality of the inspections.

The basis of the work was to critically examine the maintenance inspection activities during the internship. During the internship period, the basic idea of the thesis was tentatively outlined. Its main focus was on finding the work-related problems and bringing out the issues that require development. Actual working as an inspector, testing the work methods and active inquiry of the details related to inspections generated an important basis for this thesis. Along with understanding gained during internship, employees of Maastolinja were interviewed for the thesis.

The maintenance inspection process was examined from a qualitative point of view. Faults were brought up and development suggestions were devised to them. The weaknesses in the orientation were disunity and incoherence. These faults were examined from the perspective of factors that are inflicted by the faults themselves and have an effect on the results of the inspections. A unifying policy for the orientation and creating an introduction plan were suggested as improvements. In documentation, the focus was on two main problems. The problems were stiffness of the network information system and its efficiency reducing effects. To develop methods, the new possibilities brought by change of the system were surveyed to improve documentation, among the other things, by means of mobile use of the network information system.

Key words: maintenance inspection, quality, low-voltage distribution network.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET	7
3	PIENJÄNNITEVERKON KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET	9
3.1	Pienjänniteilmajohtoverkon tarkastukset ja tarkastettavat kohteet	9
3.1.1	Ympäristö ja maaperä	9
3.1.2	Pylväspuu ja kannattimet	11
3.1.3	Johtimet ja johtokatu	15
3.1.4	Harukset ja maadoitus	17
3.1.5	Muuntopiirikartta	19
3.1.6	Kunnossapitotoimenpiteet.....	19
3.2	Muuntamoiden tarkastus ja toimenpiteet	21
3.2.1	Pylväsmuuntamo	21
3.2.2	Puistomuuntamo.....	23
3.3	Jakokaappien tarkastus ja toimenpiteet.....	24
3.4	Lahoisuustarkastus	26
3.4.1	Lahotyypit	28
3.4.2	Työmenetelmät.....	28
3.4.3	Mittausten tarkkuuden ja vertailukelpoisuuden arviointi.....	29
4	KÄYTETTÄVÄT JÄRJESTELMÄT JA DOKUMENTOINTI.....	31
4.1	Verkkotietojärjestelmä.....	31
4.2	Kenttädokumentointi	32
4.3	Dokumentointi ja sen kehitys.....	32
4.3.1	Vihkomenetelmä	32
4.3.2	Kenttädokumentoinnin kehitys	33
5	TYÖHÖN PEREHDYTTÄMINEN JA PÄTEVYYSVAATIMUKSET.....	35
5.1	Pätevyysvaatimukset.....	35
5.2	Perehdytys ja sen kehittäminen.....	35
5.2.1	Tarkastettavien kohteiden tuntemus.....	36
5.2.2	Lahotarkastajan perehdytys.....	37
5.2.3	Näkemyksen yhtenäisyys tarkastustyössä.....	37
6	TARKASTUSLISTA HARJOITTELIJALLE	39
7	POHDINTA.....	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	43
	Liite 1. HeadPower, verkoston vakiorakenteet.....	43

LYHENTEET JA TERMIT

pj-tarkastus	pienjänniteverkon tarkastus pois lukien laihontarkastus
kj-tarkastus	keskijänniteverkon tarkastus
jomppi	kytkentäjohto
kaussi	vaijerin päätesilmukassa käytettävä suojalenkki
V	voltti, jännitteen yksikkö
kV	kilovoltti, tuhat volttia
pienjännite	0,4-1 kV
keskijännite	Yli 1 kV

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käsitellä TSS Group Oy Maastolinjan (myöhemmin Maastolinja) kunnossapitotarkastuksia sekä standardien ja ohjeiden että todellisen käytännön toteutuksen kannalta. Tavoitteena on käydä läpi kaikki pienjänniteverkon kunnossapitotarkastuksen osa-alueet, niihin liittyvät ongelmat ja mahdolliset parannus- ja kehitysehdotukset.

Suomessa on eri verkkoyhtiöiden omistamaa sähköverkkoa noin 385000 kilometriä, josta noin 238000 kilometriä on pienjänniteverkkoa. Jakelumuuntamoita on noin 134000 kappaletta. (Sähköverkko tekniset tunnusluvut 2013.) Kunnossapidon suunnittelijan tärkeimpiä työkaluja ovat täsmälliset, ajantasaiset ja ennen kaikkea yhdenmukaiset tiedot sähköverkosta. Verkon tuntemus perustuu viimekädessä tietojärjestelmiin ja näin ollen laadukas tarkastustoiminta luo perustan verkon kunnossapidolle.

Tarkastusten laatuun vaikuttavat monet seikat aina verkkoyhtiön vaatimuksista tarkastajan motivaatioon. Työn suorittaminen verkkoyhtiön vaatimassa ajassa ja vaadituilla tarkastusmenetelmillä sekä -kriteereillä ovat osa laadukkaan työn perustaa. (Rannelma 2015.) Laadukkaan työn perusasioita ovat myös luotettavat ja johdonmukaiset havainnot ja mittaustulokset. Työn etenemisen ennakoitavuuskin voidaan ajatella laatua määrittävänä tekijänä (Rannelma 2015).

Työn lähtökohtana oli tarkastustyötä kriittinen tarkastelu sitä tehdessä ja nostaa esille kohdatut ongelmat ja parannuksia kaipaavat asiat. Työn teoriaosuutta tehdessä ajatuksena on ollut tuottaa uusille tarkastajille suunnattu tietopaketti. Tarkastuksia ja menetelmiä käsittelevässä osuudessa on tuotu esille sellaisia yksityiskohtia, taustatietoja sekä syitä ja seurauksia, joita harjoittelijana ollessa on pohdittu. Työn kirjallisen osuuden lisäksi on tuotettu tarkastuslista harjoittelijan perehdyttämisen avuksi.

2 KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET

Kunnossapitotarkastusten ensisijainen tarkoitus on tuottaa ajantasainen, tarkka ja yhdenmukainen kuva sähköverkon nykytilasta. Turvallisuuskulmasta kunnossapitotarkastuksissa on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuteen, henkilöturvallisuuteen ja materiaaliturvallisuuteen. Omistajakulmasta verkon ajantasaiset kuntotiedot ovat erityisen tärkeitä tehokkaan kunnossapidon ja sen priorisoinnin vuoksi.

Sähköturvallisuuslaissa (410/1996) sähkölaitteistolla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka koostuu sähkölaitteista, tarvikkeista ja muista rakenteista. Tarkastuksella tarkoitetaan toimintaa, jolla selvitetään ja arvioidaan tarkastettavan kohteen vaatimustenmukaisuutta havainnoimalla, testaamalla ja tekemällä tarvittaessa mittauksia. Sähköturvallisuuslaissa säädetään, että sähkölaitteistoa on huollettava niin, etteivät ne aiheuta kenellekään hengenvaaraa, eivätkä vaaraa kenenkään omaisuudelle tai terveydelle. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996.)

Sähkömarkkinalaissa (588/2013) säädetään, että sähkölaitteistoa tulee ylläpitää niin, että laadulliset vaatimukset sähköverkon toiminnan osalta täyttyvät ja sähkönsiirto ja -jakelu ovat tekniseltä laadultaan hyviä. Lisäksi säädetään, että verkon toiminnan tulee säilyä luotettavana ja varmana silloinkin, kun ne altistuvat odotettavissa oleville luonnonilmiöille taikka mekaanisille rasituksille (Sähkömarkkinalaki 588/2013).

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/1996) luokitellaan verkonhaltijan jakeluverkko, siirtoverkko ja muu vastaava verkko kuuluvaksi sähkölaitteistoluokkaan 3 c. Päätöksen mukaan sähkölaitteiston haltija on vastuussa laitteiston kunnan tarkkailusta ja havaittujen vikojen ja puutteiden poistamisesta riittävän nopeasti. Lisäksi laitteistoille, jotka kuuluvat luokkiin 2 ja 3, on ennalta laadittava sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapitosuunnitelma. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996)

Sähkönjakeluverkon kunnossapitotarkastukset jaetaan karkeasti lahotarkastuksiin, pj-tarkastuksiin ja kj-tarkastuksiin. Maastokäyntien lisäksi verkkoa tarkastetaan helikopterilennoilla otettujen kuvien perusteella. Pienjänniteverkkoa ei kuvata helikopterilennoilla. Lahotarkastus käsittää pylvään lahoasteen määrittämisen lahosyvyyden ja pylvään

halkaisijan perusteella. Pj-tarkastuksessa tarkastetaan silmämääräisesti kaikki muu turvallisuuteen ja toimivuuteen liittyvät seikat pylvään, johdinten ja komponenttien osalta. Myös dokumentointi ja sen paikkansapitävyys ovat osa pj-tarkastuksia, varsinkin vanhan verkon kohdalla, kun aiempaa dokumentointia ei välttämättä ole lainkaan. Toimenpiteet jaotellaan maastossa välittömästi tehtäviin korjaustoimenpiteisiin, kuten haruksen kiristys ja erikseen tilattaviin toimenpiteisiin, tästä esimerkkinä on johtokadun raivaus. Tarkastuksen tilaaja määrittää aina sen, mitä tarkastetaan ja mitkä toimenpiteet suoritetaan. Toisin sanoen tarkastuksen tekemiseen ei ole yksiselitteistä vakiorakennetta vaan tehdään sitä, mitä on tilattu.

3 PIENJÄNNITEVERKON KUNNOSSAPITOTARKASTUKSET

Tässä luvussa esitellään ja eritellään pienjänniteverkon tarkastettavat kohteet. Tarkastuksen kohteet on jaettu neljään kokonaisuuteen: pienjänniteilmajohtoverkon tarkastus, muuntamoiden tarkastus, jakokaappien tarkastus ja lahotarkastus. Pienjänniteverkko koostuu pääasiassa riippukierrekaapeleista, avojohdoista ja maakaapeleista. Pienjänniteverkon tarkastus on pääasiassa silmämääräinen katselmus pienjänniteverkon ja pylväiden tilasta. Koska pienjänniteverkkoa varten ei ole varsinaista johtokatua ja kaapelit kulkevat usein metsässä tai muussa vaikeakulkuisessa maastossa, on ajoneuvolla maastossa liikkuminen pääosin mahdotonta.

3.1 Pienjänniteilmajohtoverkon tarkastukset ja tarkastettavat kohteet

3.1.1 Ympäristö ja maaperä

Maaperän määrittely on osa tarkastusta ja sen perusteella voidaan ennustaa pylvään elinkaarta. Maalajin saa selville parhaiten lahokaivuun yhteydessä, sillä toisinaan vain kaivamalla saa todellisen maaperän selville. Pelkkä pintamaan tutkiminen ei välttämättä anna kovin luotettavaa tulosta pylvään todellisista olosuhteista maaperässä. Maalajien sekoittuessa maaperän laadun arviointi voi olla hyvin hankalaa, mutta lienee viisainta määrittää maaperä sen maalajin mukaiseksi, jota näyttää olevan enemmän. Ja mikäli maalajeja on yhtäläinen määrä, taikka muutoin on hankalaa saada selkoa maalajista, voisi olla hyvä määritellä maaperä pylväälle epäedullisimman maalajin mukaan. Näin saadaan mahdollista pylväiden elinkaaren arviointia ajatellen pessimistinen ennuste, mikä vähentää työturvallisuutta vaarantavien yllätysten mahdollisuutta.

Maaperän vaikutus on merkittävä pylvään maanalaisen osan lahoamisen kannalta. Kosteus, lämpötila ja happi muodostavat hyvät lähtökohdat lahoamiselle ja sienirihmaston kasvulle. Lahoamisen kosteusedellytyksenä on vähintään 20 % vettä puun kuivapainosta ja otollisin lämpötila on +5...+30 °C. Lämpötilan pudotessa pakkaselle, lahosieni menee lepotilaan ja jatkaa taas kasvua otollisten olosuhteiden palattua. Sama koskee puun kuivumista, sienirihmasto ei kuole kuivassa vaan odottaa sopivaa kosteutta jat-

kaakseen taas kasvamista. Happi on oleellinen osa mitä tahansa eloperäistä tapahtumaa ja tästä syystä vedessä tai syvällä maaperässä puu ei lahoa hapenpuutteen vuoksi. Maan alla lahosieni kykenee vielä kasvamaan 0,5 m – 1,5 m syvyydessä riippuen maan tiiveydestä. Otollisimmat olosuhteet lahoamiselle ovat pylvään maarajan tuntumassa ja aivan maanpinnan alapuolella (kuva 1). Siellä maaperä pitää pylvään lähes jatkuvasti kosteana ja kasvuaikana maaperä on lämmin, eikä syvyydestä aiheudu hapenpuutetta. (RJ 33:09)



Kuva 1. Laho tukipylväs (Lehtonen 2014)

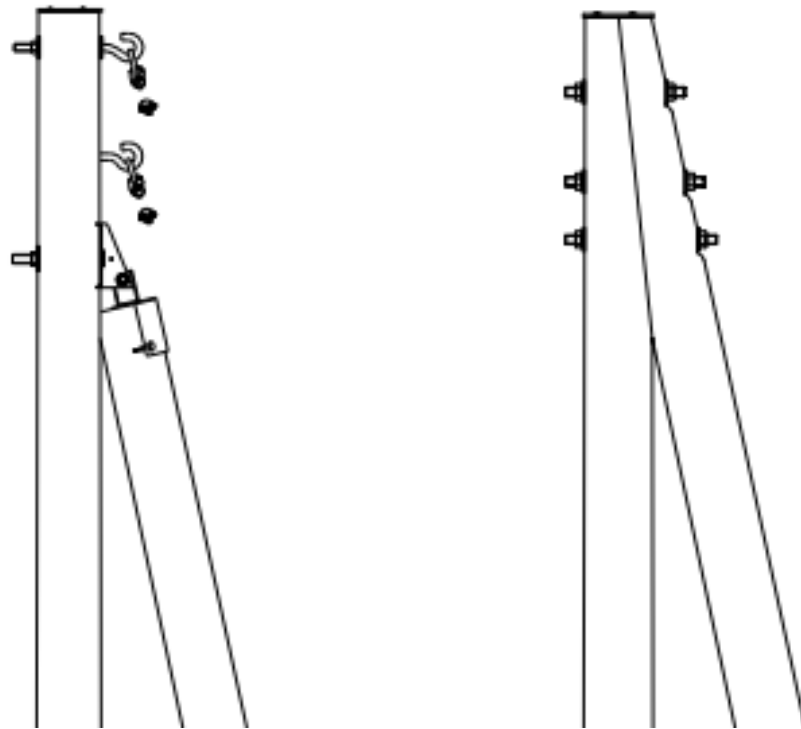
Kuohkeassa ja typpipitoisessa maassa pylväs lahoaa nopeasti, esimerkiksi peltomaassa edellytykset ovat paremmat kuin metsässä, mutta erityisen haitallinen maaperä on kukkapenkki, jossa maata lannoitetaan ja käännetään aivan pylvään juureltakin. Hiekka- maassa lahoaminen on nopeampaa, kuin tiiviissä savimaassa. Suomaassa lahoaminen on hidasta maarajan alapuolella hapenpuutteesta johtuen. Valo ja lämpö heikentävät pylvästä muualtakin, kuin laholle alttiilta alueelta ja vanhoista pylväistä huomaa usein, että pylväs on huomattavasti huonommassa kunnossa auringon puolelta taikka esimerkiksi tien varressa liikenteen puolelta, kun taas varjon puolelta kunto on parempi. Tien vaikutus pylvääseen johtuu liikenteen nostattamasta pölystä ja liasta. (RJ 33:09)

Ympäristön määrittäminen tapahtuu samalla tavoin silmämääräisesti arvioimalla ja soveltamalla oma näkemys verkkotietojärjestelmän antamiin vaihtoehtoihin. Oikean ympäristön kirjaaminen verkkotietojärjestelmään voi helpottaa pylvään tunnistamista sekaannustilanteessa. Lisäksi ympäristön kuvaus antaa osviittaa esimerkiksi pylväälle pääsyn vaikeudesta.

3.1.2 Pylväspuu ja kannattimet

Pylvään perustiedot kirjataan jokaisen pylvään ja johtovälin osalta verkkotietojärjestelmään. Jokaiselle pylväälle tulee löytyä kyllästysvuosi ja aine, jolla pylväs on kyllästetty. 30.6.1985 lähtien pylväissä on käytetty kyllästysmerkkiä, joka kertoo kyllästysvuoden, kyllästysluokan ja pylvään kyllästäneen yrityksen. Ennen tätäkin on kyllästysvuoden ja pylvään kyllästäneestä tahosta ja vuodesta kertovia nauvoja, mutta niiden olemassa olo on tapauskohtaista, eikä niiden sijainnista voi päätellä pylvään upotussyvyyttä. Mikäli kyllästysvuodesta ei löydy merkintää, se voidaan päätellä pylvään ulkonäön ja viereisten pylväiden perusteella.

Pylvään tyypin määrittely on sinänsä hyvin yksinkertaista, mikäli tarkastaja tuntee erilaiset pylvästyytit hyvin. Toisinaan erikoisemman pylväsrakenteen tullessa vastaan, ei pylväiden tuntemuksestaan ole hyötyä. Tyypillinen suoralla johto-osuudella käytetty pylväs on I-pylväs, joka on maahan upotettu yksinkertainen pylväsrakenne. Kaksois-I-pylväs on kahden vierekkäin asetetun I-pylvään muodostama rakenne. Tuettu I-pylväs on nimensä mukaisesti tuettu vinolla tukipylväällä (kuva 2). Tukipylväs on tyypillisesti sijoitettu johtojen aiheuttaman resultanttivoiman suuntaan ja kiinnitetään johtojen alapuolelle. A-pylväs on tuettua I-pylvästä muistuttava rakenne, jossa pylväävät yhdistyvät vasta latvassa (kuva 2). Kalliopylväs on kiinnitetty kallion pintaan vinotuin ja/tai tyvi-raudoilla. Piipylväs on kahden erillisen I-pylvään ja niitä yhdistävän orren muodostava kokonaisuus, jota käytetään esimerkiksi muuntajapylväsrakenteissa. (Verkoston vakio-rakenteet.)



Kuva 2. Tuetun I-pylvään ja A-pylvään latvarakenteet (Verkoston vakiorakenteet)

Pylväspuun kallistuma voi aiheutua esimerkiksi tuuli- tai jääkuormasta, johtimien tai harusten aiheuttamasta vedosta tai roudan siirtelemästä maa-aineksesta pylvään juurella. Roudan nostama pylväs on herkkä kallistumiselle, sillä maaperä ei enää ole tukemassa pylvästä riittävältä matkalta. Pylvään kallistuman ja vian vakavuuden arviointi on vaikeaa silmämääräisesti ja vian laadun määrittely saattaa aiheuttaa näkemyseroja eri tarkastajien kesken. Avomaastossa kallistuman ollessa noin metri latvasta, voidaan kallistuma noteerata kriittiseksi (Maastolinja 2010). Kallistuman kriittisyys on kuitenkin tapauskohtaista ja näin ollen vähempikin kallistuma voi riittää täyttämään kriittisyyden kriteerit (Maastolinja 2010). Pylvään taipuma voi johtua esimerkiksi huonosti mitoitetusta ja suunnatusta harustuksesta tai pylvään liiallisesta kuormittumisesta, esimerkiksi tuulen ja jääkuorman yhteisvaikutuksesta. Vanhoissa, sorvaamattomissa pylväissä voi esiintyä luonnollista taipumaa. Taipuman vikamäärittely on tapauskohtaista. (Maastolinja 2010)

Pylvään upotussyvyyden on oltava $1/7$ pylvään koko pituudesta, mutta kuitenkin vähintään 1,5 m (SFS 6003 2008). Pylvään upotussyvyyden voi periaatteessa tarkastaa kyllästysmerkistä 30.6.1985 jälkeen kyllästetyistä pylväistä. Kyllästysmerkki on kiinnitetty tarkalleen 3 metrin päähän pylvään tyvestä. Näin ollen pylvään upotussyvyyden voi

arvioida kyllästysmerkin korkeudesta maanpinnasta. Alle 10 metrin pylväillä kyllästysmerkin pitäisi olla korkeintaan 1,6 m korkeudella maanpinnasta. (SFS 2662 2004.) Täydellistä varmuutta upotussyvyydestä ei voi kyllästysmerkin sijainnin perusteella saada, sillä pylvästä on voitu lyhentää tyvipäästä (Kukkonen 2015).

Pylväspuun yleiskuntoa tarkastellessa tulee huomioida halkeamat ja muut vauriot koko pylvään matkalta. Muita vaurioita voivat olla esimerkiksi maatalouskoneella törmätessä aiheutetut vauriot taikka karjan aiheuttamat vauriot pylvään alemmissa osissa (kuva 3). Erityistä huomiota tulee kuitenkin kiinnittää pylvään latvaosan kuntoon. Pylvään latvas-ta tarkastetaan latvan lahoisuus, tikan tai muun eläimen tekemät kolot, halkeamat sekä pylväshatun olemassaolo ja kunto (kuva 3).



Kuva 3. Karjan aiheuttama vaurio vasemmalla ja lahonnut pylvään latva oikealla (Maastolinja 2014)

Latvan lahoisuuden toteaminen voi olla hankalaa maasta käsin. Lahon latvan tunnistaa rikkonaisesta rakenteesta ja mahdollisesti suurtenkin palojen puuttumisesta. Latvan lahoamista edistää pylväshatun puuttuminen tai rikkonaisuus. Pylväshatun puutteesta tai rikkonaisuudesta merkitään aina vika verkkotietojärjestelmään. Pylväshattu on standardin SFS 4583 mukainen korroosionkestävä, metallinen tai muovinen puupylvään latvan suojaamiseen tarkoitettu tarvike (SFS 4583 2005).

Halkeamat ja tikankolot merkitään verkkotietojärjestelmään, vaikka vika ei olisikaan kriittinen. Kriittisen halkeamasta tai tikankolosta tekee vian esiintyminen kannatinkoukun kohdalla. Erityisesti siinä tapauksessa, ettei kannatinkoukku ole pylvään lävistävää mallia.

Pylväästä tarkastetaan ja dokumentoidaan verkkotietojärjestelmään johtokannattimien ja eristimien määrä ja tyyppi. Kannatinkoukkuja on pääasiassa kahta eri tyyppiä. Kierrekoukku on suoralla johto-osuudella, tai pienissä kulmissa käytettävä kannatinkoukku, joka on kierretty ruuvin lailla pylvääseen (SFS 2451 2005). Läpikoukku on kuin kierrekoukku, mutta se lävistää pylvään ja se kiristetään mutterilla tai vastakappaleella (SFS 2452 2005). Läpikoukku käytetään rakenteissa, joissa koukkuun kohdistuu vetävää voimaa, esimerkiksi päätepylväissä ja kulmapylväissä (SFS 2452 2005). Läpikoukun vastapuolelle tulevan kiristysmutterin sijaan voidaan käyttää rengasmutteria esimerkiksi haaroituspylväissä tai muissa päättyvän johdon rakenteissa (SFS 4155 2005).

Pienjänniteverkon suorilla johto-osuuksilla tai enintään 90° johtokulmissa käytetään johdon ripustamiseen usein standardin SFS 2454 mukaista ripustuspidintä. Ripustuspidin kiinnitetään riippukierrekaapelin kannatinvaijeriin ja ripustetaan pylväässä olevaan kannatinkoukkuun. (SFS 2454 2006.) Päätepylväsrakenteissa käytettävä ripustus on päätepitimellä toteutettava johdon vedolta eristävä rakenne. Kannatinvaijeri voidaan esimerkiksi kiinnittää kaussin, eli vaijerin päätesilmukan suojalenkin, ympärille vaijerilukolla ja kaussi ripustetaan koukkuun. Vanhoissa pylväsrakenteissa on vielä käytössä ruskeita ja valkoisia rullaeristimiä.

Verkkotietojärjestelmään on merkittävä tiedot mahdollisista yhteiskäytön osapuolista. Yhteiskäyttöä voi olla eri jännitetason johtimien, puhelinlangan tai katuvalaistuksen muodossa. Yhteiskäyttöpylväässä tulee olla aina yhteiskäytöstä varoittava keltainen nauha rajaamassa työaluetta ja mahdollisesti rajoittamassa kiipeämistä. Nauha kiinnitetään aina korkeamman potentiaalin johtimen määräämälle korkeudelle. Keski-jännitteellä eristämättömillä johdoilla varoitusnauha tulee pystysuorasti lukien 1,22 metrin päähän alimmasta jännitteisestä osasta. Suojamaadoitetulla metallivaipalla varustetulla riippuilmakaapelilla voidaan nauha kiinnittää välittömästi johdon alapuolelle. Lisäksi keskijännitekäytössä oleva pylväs varustetaan hengenvaarasta varoittavalla kyltillä. Pienjännitejohdon varoitusnauha kiinnitetään avojohdolla 0,5 metrin päähän alimmasta johtavasta osasta. Eristetyllä riippukierrekaapelilla nauha voidaan kiinnittää välittömästi

johdon alapuolelle. (YJ 8:09; YJ 1:08.) 1 kV:n ja 0,4 kV:n AMKA riippukierrekaapeli- en väliin tulee 100 mm leveä varoitusnauha, sillä näiden sekoittaminen on muutoin mahdollista samanlaisen kaapelin ja kiinnitysten vuoksi (YJ 7:06). Varoitusnauha on voitava havaita pylvään jokaiselta puolelta. Varoitusnauhan puuttumisesta tai sen huonosta kunnosta merkitään vika verkkotietojärjestelmään.

3.1.3 Johtimet ja johtokatu

Johdinten eristyksen eheys ja säieviat, johdinten etäisyydet toisistaan, maasta, kiinteistöistä ja muista kohteista on henkilöturvallisuuden ja toimitusvarmuuden kannalta olennaista huomioida tarkastusta tehdessä. Kaapelin eristeen kunto tarkastetaan silmämääräisesti. Esimerkiksi oksien ollessa kosketusetäisyydellä, on hyvä tarkastaa johdon eristeen kunto hiertymien varalta. Johdoista tarkastetaan eriste myös haurastumisesta johtuvan halkeilun varalta. (TA 2:96.) Tässä luvussa esitellyt etäisyysvaatimukset perustuvat SFS 6003 -standardiin sekä HeadPower:n julkaisemiin verkoston vakiorakenteisiin. Huomionarvoista on se, että vanhan verkon etäisyysvaatimukset perustuvat edelleen Vahvavirtailmajohdomääräyksiin ja näin ollen poikkeavat nykystandardista joiltain osin.

Pienjänniteverkon riippukierrekaapelilla tulee olla selkeä johtoaukko, eikä johdon alapuolella saa kasvaa puustoa. Perussääntönä on, että kaapeli tarvitsee 1 metrin tilaa joka suuntaan, mutta poikkeuksia on. Esimerkiksi johdon ja puun, johon ei voi kiivetä, välinen etäisyysvaatimus on 0,5 metriä. Nopeakasvuisille lehtipuille suositusetäisyys on 2 metriä johdon alapuolella ja 1 metri johdon muilla puolilla. Runkopuun minimietäisyysvaatimus on 0,3 metriä. Pienjänniteavojohdolla oksan minimietäisyys johdosta on 1 metri ja esimerkiksi latvarakenteen leveyden ollessa koukkuineen noin 0,5 metriä, on koko johtoaukon leveys 2,5 metriä. (Verkoston vakiorakenteet 1996) Vierimetsän huomioimista ei voida väheksyä, sillä pystyyn kuollut puu voi olla kriittinen, vaikka sen etäisyys ilmakaapelista olisikin vaatimusten mukainen. Heikkokuntoisten vierimetsän puiden kriittisyys on kasvanut viime vuosina lisääntyneiden sään ääri-ilmiöiden vuoksi. Kuvassa 4 on uhkaavasti linjan yläpuolelle kaatunut puu.



Kuva 4. Kaatunut puu linjan yläpuolella (Lehtonen 2014)

Pienjänniteilmakaapelin etäisyys maasta tai veden pinnasta tulee olla vähintään 4 metriä. Esimerkiksi pellolla, jossa mahdollisesti ajetaan suurilla koneilla, tulee etäisyyden maasta olla vähintään 5,5 metriä. Poikkeuksena 4 metrin vähimmäiskorkeuteen sallitaan seinään päättyvän viimeisen jänteen taikka väliaikaisen asennuksen vähimmäiskorkeudeksi 3,5 metriä sillä edellytyksellä, ettei johdon alapuolella ole ajoneuvolla liikennöitävää tietä. Yleisen tien yli kulkeva pienjänniteilmakaapeli on oltava vähintään 7 metrin korkeudessa tien pinnasta. Jos kyseessä on suurempi tie, esimerkiksi valtatie tai kantatie, pitää etäisyyden olla 7,8 metriä. 5,5 metrin etäisyys vaaditaan yksityisen taikka tontin alueella olevan tien ja yleiseen tiehen liittyvän kevyenliikenteen väylän ylittäviltä johdoilta. Sähköistetyt rautatien kiskosta etäisyyden tulee olla 11,5 metriä ja mistä tahansa ratajohdon komponentista vähintään 2 metriä. (SFS 6003 2008.)

Pienjänniteilmakaapelin horisontaalinen etäisyys rakennuksen tai avovaraston jostakin osasta on oltava vähintään 0,5 metriä. Jos etäisyys on vähemmän, kuin 0,5 metriä, on vertikaalisen etäisyyden samasta osasta oltava vähintään 2,5 metriä. Mikäli kaapeli on rakennuksen sivulla, on etäisyys mahdollisesta ikkunasta tai parvekkeesta tai muusta näihin verrattavissa olevasta aukosta oltava vähintään 1,25 metriä. (SFS 6003 2008)

Eristettyjen kaapeleiden keskinäinen vähimmäisetäisyysvaatimus riippumatta jännite-tasosta on 0,3 metriä. Pienjänniteilmakaapelin etäisyysvaatimus pienjänniteavojohdosta on 1,5 metriä ja keskijänniteavojohdosta 1,72 metriä. Metallia sisältävään telekaapeliin etäisyyden tulee pienjänniteilmakaapelilla olla vähintään 0,3 metriä. (SFS 6003 2008.)

3.1.4 Harukset ja maadoitus

Harusten lukumäärä tulee päivittää verkkotietojärjestelmään sekä pylvään tietoihin että muuntopiirikarttaan. Harusten kunto tulee tarkastaa ja merkitä mahdolliset puutteet pylvään tietoihin verkkotietojärjestelmään. Harusvaijereiden eheys tarkastetaan silmämääräisesti koko vaijerin matkalta ja tutkimalla vaijerin kunto myös harusmerkkien alta. Vaijerista etsitään syöpymää ja säievikoja. Harusten kunnan tarkastamisen yhteydessä selvitetään harusten kireys ja mahdolliset kosketukset läheisiin rakenteisiin tai puihin (Maastolinja 2010). Haruksen on hyvä olla kireydeltään napakka, mutta ei liian kireä. Mikäli harus on löysällä, se kiristetään tarkastajan toimesta. Ennen haruksen kiristämistä, on hyvä tarkastaa pylvään kallistuma (Maastolinja 2010). Mikäli pylväs on kallistunut haruksen vedon suuntaan, ei harusta ole syytä kiristää. Pystytysharusten kiristys ei ole tarpeen, mikäli pylväs ei pääse heilumaan niiden antaman liikkumavaran puitteissa yli metriä latvasta.

Haruksiin asennetaan uudet merkit, mikäli vanhojen kunto on heikentynyt merkittävästi tai ne puuttuvat kokonaan. Jokaisen pylvään jokaisessa haruksessa on oltava harusmerkit. Harusmerkkien kunnan voidaan katsoa olevan huono, kun niiden keltainen väri on haalistunut kokonaan pois ja musta on alkanut haalistua. Haurastunut ja mureneva rakenne on myös merkki vaihdon tarpeesta. Vanhat puiset harusmerkit on aina vaihdettava uusiin muovisiin, mutta vanhoja punaisia muoviputkesta valmistettuja merkkejä ei tarvitse vaihtaa, mikäli niiden punainen väri on vielä havaittavissa maastossa.

Haruksen yläpäästä on tarkastettava harusvaijerin kiinnitys ja harusvaijerin etäisyys johtaviin osiin, esimerkiksi maadoitusköyteen tai kannatinkoukkuihin. Etäisyys arvioidaan maasta käsin silmämääräisesti. Kyseessä on 10 cm turvaetäisyys, joka ehkäisee vuotovirtoja harusvaijerissa. Vuotovirrat aiheuttavat laattasilmuksessa, erityisesti sen maanalaisessa osassa, sähkökemiallisesta reaktiosta johtuvaa korroosiota. Pahimmassa tapauksessa laattasilmus syöpyy kokonaan poikki. Lisäksi vikatilanteessa voi PEN-

johtimen kannatinkomponentissa kiinni olevaan harukseen muodostua vaarallinen kosketusjännite. Mikäli etäisyys ei ole riittävä, asennetaan haruskiristimen tyypin salliessa eristepala haruskiristimen ja laattasilmuksen lenkin väliin. Jos harusvaijeri on kiinni kalliossa taikka isossa kivessä, ei eristepalaa tarvita kiven huonon johtavuuden vuoksi.

Haruskiristimen kunto todetaan tarkastuksen yhteydessä. Haruskiristimen vaihtoon johtavia vikoja ovat voimakas korroosio ja puute toiminnassa. (Maastolinja 2010.) Haruskiristin tarkastetaan muutoin silmämääräisesti eikä sitä vaihdeta ruosteisenakaan, mikäli harusta ei tarvitse kiristää. Harusta kiristettäessäkään ei ruosteista kiristintä vaihdeta, mikäli se toimii sille tarkoitetulla tavalla ja sen mekaaninen kestävyys on silmämääräisesti arvioituna ennallaan. Haruskiristin ei saa olla maan alla ja jos on, se pitää kaivaa esiin (Maastolinja 2010).

Haruksen ankkurointiin voidaan käyttää betoniankkuria, pölkkyankkuria tai kierrettävää ankkuria. Se voidaan ankkuroida suoraan kallioon. (RJ 18:15.) Maan alla olevan harusankkurin kunnan arviointi on hankalaa ja sen todellinen kunto jää usein selvittämättä. Laattasilmus on se osa haruksen ankkurointia, joka näkyy osittain maan päällä. Laattasilmuksen korroosio antaa viitteitä koko ankkuroinnin kunnosta ja luotettavuudesta (Maastolinja 2010). Laattasilmuksen korroosion määrä ja maassa pysyminen ovat pääasiallisia kunnan arviointiperusteita.

PEN-maadoituksen olemassa olo kirjataan harusten tavoin sekä pylvään tietoihin että muuntopiirikarttaan. Köyden, sen kaikkien liitosten eheys ja sen kiinnitys pylvääseen tarkastetaan ja kaikki puutteet kirjataan verkkotietojärjestelmään. Myös yläpään kiinnitys on tarkastettava. Maadoitusköyden mekaanisen suojaputken olemassaolo, eheys ja riittävä suojaus sekä suojan ylä- että alapäästä tarkastetaan. (Maastolinja 2010.) Maadoituksen suojaputken on suojattava maadoitusköyttä vähintään 0,2 m maarajan alapuolella ja liikenneväylän läheisyydessä vähintään 2 m maarajan yläpuolella (Verkoston vakiorakenteet 2004). Muualla kuin liikenneväylän läheisyydessä maarajan yläpuolisen suojauksen on ulotuttava vähintään 1,5 metrin korkeuteen (Verkoston vakiorakenteet 2004). Mikäli maadoitusköyden mekaaninen suoja on rikki, puuttuu tai on riittämättömän mittainen, se vaihdetaan uuteen.

3.1.5 Muuntopiirikartta

Muuntopiirikartan paikkansapitävyys tarkastetaan muun tarkastuksen yhteydessä. Pylväiden ja muiden komponenttien sijainti ja lukumäärä suhteessa muuntopiirikarttaan on tarkastettava. Virheet ja poikkeavuudet kartassa kirjataan vikoina verkkotietojärjestelmään, mikäli niitä ei voida muuttaa karttaan. (Maastolinja 2010.)

Kuten pylväidenkin ikä merkitään verkkotietojärjestelmään, on myös johtojen ikä kirjattava. Johtojen ikää on vaikea saada varmuudella selville, mutta sen voi suhteellisen luotettavasti arvioida olevan sitä kannattelevien pylväiden ikäinen.

3.1.6 Kunnossapitotoimenpiteet

Harusmerkit asennetaan siten, että keltainen harusmerkki on aina alimmaisena parhaan näkyvyyden takaamiseksi. Mikäli laattasilmusta on näkyvissä reilusti, voidaan ensimmäinen merkki asentaa laattasilmuksen päälle. Vanhat merkit poistetaan ja kuljetetaan pois maastosta hävitettäväksi.

Haruksen kiristys tapahtuu haruskiristimen sankojen muttereita kiristämällä. Työn voi suorittaa tavallisella kiintolenkkiavaimella, mutta räikkätoiminen on huomattavasti kätevämpi. Joskus tosin kiristimen malli estää räikän tehokkaan käytön. Kummankin sangan muttereita tulee kiristää yhtä paljon voimatasapainon säilyttämiseksi. Kiristäminen lopetetaan, kun harusvaijeri on sopivalla kireydellä. Mikäli harusvaijeri on kiristuksen tarpeessa, mutta itse kiristin ei ole toimintakuntoinen esimerkiksi korroosion tai vääntymän vuoksi, on kiristin tällöin vaihdettava.

Haruskiristimen vaihtoon tarvitaan voimapihdit ja talja. Talja kiinnitetään laattasilmuksen lenkin alapuolelle ja harusvaijeriin. Taljaa kiristämällä haruskiristin ja taljan kiinnityskohtien välissä oleva vaijeri löystyvät ja kiristimen irrotus mahdollistuu ilman vaijerin karkaamista. Kiristimen sangat katkaistaan voimapihdeillä ja sangan palaset irrotetaan haruslukosta. Vanha haruslukko irrotetaan vaijerista. On hyvä kiinnittää huomiota lukon asentoon ja asentaa uusi samoin päin. Uusi lukko kiinnitetään muttereilla uuteen sankaan, joka on pujotettu laattasilmuksen lenkin läpi. Kun uusi kiristin on asennettu

arviolta oikeaan kireyteen, irrotetaan talja ja tarkastetaan haruksen kireys. Vanhan kiristimen palaset kuljetetaan pois maastosta metallinkeräykseen.

Eristepalan asennustapa riippuu eristepalan tyypistä. Holkin muotoinen eristepala asennetaan kumpaankin haruskiristimen sangan ympärille haruslukon reikään itse sangan ja lukon väliin. Asennus on helpointa suorittaa sanka kerrallaan, mikäli ei ole taljaa käytettävissä. Kiristimen toisen puolen sangan mutterit irrotetaan ja eristepala pujotetaan sangan päälle ja tämän jälkeen mutterit kierretään takaisin sankaan. Sama toistetaan toiselle sangalle. Haruslukon reikä voi olla ahdas ja pieni voimankäyttö voi olla tarpeen eristepalan asennuksessa. Jos talja on käytettävissä ja harustuksen rakenne sen sallii, on helpompaa käyttää eristepalaa, joka asennetaan laattasilmuksen lenkin ja kiristimen sangan väliin. Asennus tapahtuu löysäämällä harusta taljalla samalla tavoin, kuin kiristimen vaihdon yhteydessä ja pujottamalla kaareva eristepala sankaan mutkan kohdalle sangan ja laattasilmuksen väliin. Tämän jälkeen talja poistetaan. Eristepalan asennus on helpointa suorittaa haruskiristimen vaihdon yhteydessä. Mahdollinen vanha eristepala kuljetetaan pois maastosta.

Hengenvaarakyltin vaihto aloitetaan poistamalla vaihdettava kyltti. Uusi kyltti naulataan pylvääseen jokaisesta nurkasta nauloille varattuja reikiä hyödyntäen. Kyltti asennetaan oikein päin, mahdollisimman vaakasuoraan asentoon ja jos mahdollista, samaan paikkaan vanhan kyltin kanssa tai ainakin riittävän korkealle. Vanhan kyltin palaset kuljetetaan pois maastosta metallinkeräykseen.

Maadoitusköyden mekaaninen suojaputki kannattaa asentaa niin, että sen toinen pää työnnetään maadoitusköyttä myöden maan sisään noin 20 cm syvyydelle tai ainakin niin syvälle, kuin mahdollista. Tämän jälkeen suojaputki painetaan maadoitusköyden päälle ja kiinnitetään pylvääseen lettinauloilla. Sopiva lettien määrä putkea kohden on noin 3-5 tapauksesta riippuen.

Pylväsmuuntajan nimikyltin ollessa vaihtokuntoinen, rakennetaan uusi nimikyltti 3M tarroilla kirjoittaen muuntaja nimi ja numero hengenvaarakyltin nurjalle puolelle. Uusi nimikyltti naulataan pylvääseen samalla tavalla kuin hengenvaarakyltti.

3.2 Muuntamoiden tarkastus ja toimenpiteet

3.2.1 Pylväsmuuntamo

Pylväsmuuntamotarkastus sisältää myös pj-tarkastuksen pylväspuille ja kaapeleille ja niiden ripustuksille. Kaikki muuntamon pylväät lahotarkastetaan tarvittaessa. Muuntajasta otetaan valokuva niin, että taustalla on taivasta (kuva 5). myös muuntamon nimikyltistä otetaan kuva muuntajasta otettujen kuvien mahdollista myöhempää yksilöintiä varten. Nimikyltistä otetaan kuva ennen muuntamon yleiskuvaa. Muuntamon ympäristön tarkastamisessa kiinnitetään huomiota esteettömään kulkuun kaikkina aikoina ajattel- len esimerkiksi huoltotöitä (Maastolinja 2010).



Kuva 5. Yleiskuva pylväsmuuntamosta (Maastolinja 2014)

Muuntajan tunnuskilven on oltava olemassa ja lisäksi sen on oltava ehjä ja lukukelpoinen. Tarvittaessa kilpi korvataan uudella. Kilvessä tulee näkyä muuntamon numero ja nimi. Lisäksi muuntamon pylväissä tulee olla hengenvaarasta varoittavat kyltit. Hengenvaarakyltti vaihdetaan uuteen, mikäli se on rikkoutunut lukukelvottomaksi tai haalistunut liiaksi. Muuntajan varoitusnauhojen tulee olla kiinnitetty 1 metrin päähän muuntajan navoista, niiden alapuolelle. Muuntajan yläpuolelle tulevat varoitusnauhat tulevat 1 metrin päähän erottimen tai avojohdon alapuolelle. (Verkoston vakiorakenteet 2011.)

Itse muuntajan tarkastus käsittää muuntajan ulkoisen tarkastelun, jossa tarkastetaan muuntajan ja sen paisuntasäiliön pintakäsittelyn kunto. Mahdolliset vauriot kirjataan vakavuuden mukaisesti. Muuntajan öljymäärä tarkastetaan paisuntasäiliön päädyssä olevasta osoittimesta. Mahdolliset öljyvuodot tai paisuntasäiliön korkin puuttuminen on vian kirjaamisen lisäksi ilmoitettava verkkoyhtiölle välittömästi. (Maastolinja 2010.)

Maadoitusten kiinnitys, liitokset ja riittävyys tarkastetaan. Muuntajan tulee olla maadoitettu sekä ylä- että alakannelta. Muuntajan ja ylijännitesuojien lisäksi kaikki johtavat osat, jotka eivät kuulu virtapiiriin on oltava suojamaadoitettu. Myös muuntajapylvään harustuksen tulee olla yhdistetty maadoitukseen, niin keskijänniteharusten kuin pienjänniteharustenkin. (Verkoston vakiorakenteet 2003.) Jos haruseristin on ohitettu jompilla, pitää maaperästä riippuen haruskiristimeen asentaa eristepala, jolla vältetään haruksen maadoitus laattasilmuksen kautta. Ohitettu haruseristin edellyttää myös haruskiristimen ohittamisen maadoittamalla se jompilla haruskiristimen yläpuolelta.

Pylväsmuuntamon ylijännitepuolella pitää olla ylijännitesuojaus joko kaksoiskipinävä-lillä tai metallioksidisuojaalla toteutettuna. Kaksoiskipinävälisuoja käytetään 200 kVA:n tai pienemmissä muuntajissa ja suojat on sijoitettu joko muuntajan erottimeen tai ilmajohdon vetoeristimiin. Suuremmissa muuntajissa käytetään metallioksidisuoja, jotka kiinnitetään muuntajan kanteen erilliseen telineeseen. Yksinkertaisen kipinävälisuojan virrankatkaisukyky on vain noin 5 A ja oikosulkuvirta saattaa kuluttaa suojan piikkien päitä merkittävästi. Yksinkertaisten suojien kuntoa pitää tarkkailla tarkastusten yhteydessä. Muuntajassa ei saa olla moninkertaista ylijännitesuojausta, sillä heikompi suoja todennäköisesti estää toista suojaa toimimasta oikein. (RM 5:03.)

Pylväsmuuntamon eläinsuojaus ohjeistetaan toteutettavaksi siten, että kj- ja pj-läpivientieristimet sekä mahdolliset metallioksidisuojien paljaat jännitteiset osat suoja-

taan eläinsuojalla. lisäksi kj-läpivientieristimen yhteydessä olevat yksinkertaiset kippinävälisuojat pyritään vaihtamaan lintuesteellä varustettuihin kaksoiskippinävälisuihin muuntajaerottimeen, ilmajohdon vetoeristimeen taikka muuhun telineeseen asennettuna. Kaksoiskippinävälisuoja ei kuitenkaan saa asentaa muuntajan kannelle. (RM 5:03.) Eläinsuojauksen puutteesta, rikkinäisyydestä ja puutteellisesta kiinnityksestä kirjataan vika.

Pienjännitelähtöjen täsmävyys maastoon tarkastetaan lähtökaaviota ja maastoa vertaamalla. Tarkastetaan pylväsvarokkeiden koko ja symmetrisyys, lähtöjen numeroinnit sekä ilmansuuntien merkinnät ilmajohdölähdöillä. Tarvittaessa korjataan merkinnät lähtökaavioon.

3.2.2 Puistomuuntamo

Puistomuuntamon tarkastus alkaa pylväsmuuntamon tavoin esteettömän pääsyn ja kulkureittiohjeiden paikkansapitävyyden tarkastamisella. Muuntamon tunnuskyltin kunto ja olemassaolo sekä kyltin yhdenmukaisuus verkkotietojärjestelmän kanssa tarkastetaan. Varoituskilpien kunto ja riittävä määrä tarkastetaan. Puistomuuntamossa on oltava varoituskyltti jokaisella sivulla. Muuntamon kaikki ovet avataan samalla tarkastaen lukitusten ja ovien toiminta. Samalla öljytään lukot ja kaikki salpalaitteet. Muuntamosta otetaan valokuvia siten, että ensin kuvataan nimikyltti, sitten muut kohteet. (Maastolinja 2010.)

Muuntamon yleiskunnon tarkastamisessa havainnoidaan rakenteiden yleistä kuntoa sisä- ja ulkopuolella, valaistuksen toimintaa ja riittävyyttä sekä rakenteiden pintakäsittelyn kuntoa. Katon kiinnitys on tarkastettava. Perustusten kunto tarkastetaan erikseen sekä sisältä että ulkoa. Sisältä tarkastetaan lattian kunto. (Maastolinja 2010.)

Muuntamon sisäpuolista siisteyttä tarkastaessa kiinnitetään huomiota pölyisyyteen ja tarvittaessa voidaan kirjata imuroinnin tarve. Jännitteisenä tehtävät tarkastukset suoritetaan silmämääräisesti, eikä turvaetäisyyksiä tule alittaa. Erityishuomion alaisina ovat eristimet ja muuntajan kansi. Imurointia ei kuitenkaan tarvita kosketussuojatuille osille. (Maastolinja 2010.)

Johtojen eristimet tulee tarkastaa siisteyden lisäksi niiden eheyttä ja kiinnitystä silmällä pitäen. Johtimien ja kiskojen kaikenlaiset liitokset ja jatkot sekä laiteliitokset on tarkastettava. Ylijännitesuojien kunto ja mahdollinen toimintaosoitin sekä eristimien laippojen kunto tarkastetaan. Lisäksi ylijännitesuojan tyyppi merkitään, mikäli se on tunnistettavissa. (Maastolinja 2010.) Kaapelipäätteet tarkastetaan ylilyöntijälkien ja öljyvuotojen varalta (TA 3:98).

Itse muuntajasta tarkastetaan pintakäsittelyn kunto ja öljyn määrä sekä mahdolliset öljyvuodot. Öljyvuodon ilmetessä on ilmoitettava välittömästi verkkoyhtiölle sen lisäksi, että vika kirjataan. Jos muuntajassa on lämpömittari, tarkastetaan myös öljyn lämpötila. Muuntajan läpivientieristimien kunto tarkastetaan silmämääräisesti. (Maastolinja 2010.)

Muuntamon pienjännitekeskuksesta tarkastetaan kaapeleiden kunto ja liitokset. Varokkeiden täsmävyys merkintöihin tarkastetaan ja merkinnät korjataan tarvittaessa. Varokkeiden symmetrisyys lähdöissä tarkastetaan. Epäyhtenäisistä varokkeista kirjataan vika. Mikäli varokkeiden kokoa ei saa selville jännitteisenä, tästä tehdään merkintä. Lähtöjen kaapelimerkintöjä ja osoitetietoja verrataan maastoon ja muuntopiirikarttaan sekä lähtökaavioon. Myös lähtökaavion varokemerkinnät päivitetään tarvittaessa ajan tasalle ja kaapeleiden tunnuskilvet päivitetään tarvittaessa. (Maastolinja 2010.)

3.3 Jakokaappien tarkastus ja toimenpiteet

Jakokaapille tullessa otetaan kaapista kuvia samalla tavalla kuin muuntamoistakin, eli ensin otetaan kuva jakokaapin tunnuksesta ja sitten jakokaapista oven ollessa auki (kuva 6). Tunnuksen kunto tarkastetaan ja tarvittaessa korjataan vanha tai tehdään kokonaan uusi 3M-heijastintarroja käyttäen. Oven, lukon ja salpalaitteiden kunto tarkastetaan silmämääräisesti ja kokeilemalla. Lukko, saranat ja salpamekanismi öljytään. (Maastolinja 2010.)



Kuva 6. Jakokaappi (Maastolinja 2014)

Jakokaapin jalustan ja seinärakenteiden kunto tarkastetaan sekä sisältä että ulkoa. Rakenteista tarkastetaan korroosio- ja kosteusvauriot sekä mekaaninen kunto ja puhtaus. Kaapin suoruus, upotussyvyys, kosketussuojaus ja riittävä maatäyttö tarkastetaan. Kaapista poistetaan kaikki kasvusto niin kasvit jalustan sisältä kuin sammalet kaapin päältä. Myös hämähäkinseitit poistetaan ja pölyt harjataan. Mahdolliset töhrimiset kaapin pinnassa merkitään jakokaapin tietoihin. (Maastolinja 2010.)

Kaapeleiden päätteet ja kiinnitykset sekä maadoituksen tyyppi, kunto ja liitokset tarkastetaan. Varokkeiden koko ja lähtökohtainen symmetrisyys tarkastetaan ja verrataan merkintöihin ja lähtökaavioon. Virheet korjataan ja sulakemerkintöjen puuttuessa, sellaiset lisätään. Lähtöjen osoitetietoja verrataan lähtökaavioon, muuntopiirikarttaan ja maastoon. Virheet korjataan lähtökaavioon ja osoitemerkintöihin. (Maastolinja 2010.) Käytännössä hyväksi todettu keino lähtöjen osoitetietojen tarkastamiseen on käydä

osoitteet läpi autolla ajaen ennen jakokaapille menemistä. Näin lähtöjen oikeat osoitteet muuntopiirikartan perusteella ovat tiedossa ennen jakokaapin merkintöjen tutkimista ja niitä on helppo verrata keskenään.

3.4 Lahoisuustarkastus

Lahoisuustarkastus on tärkeä osa verkoston sähkö- ja työturvallisuutta ylläpitävää toimintaa. Sijainnista, maaperästä ja muista olosuhteista riippuen sähköjakeluverkon puupylväille tehdään ensimmäinen lahotarkastus pylväiden ollessa 25-30 vuoden ikäisiä. Tämän jälkeen seuraava tarkastus tehdään lahoisuusmittaustuloksien perusteella 5-10 vuoden kuluttua ja seuraava tarkastus samoin perustein. (TA1:97) Puupylväiden suuri ja vanhin ikäluokka alkaa olla vaihdon tarpeessa ja näin ollen lahotarkastus nousee tärkeään rooliin esimerkiksi vaihtoprosessin priorisoinnissa. Lisäksi säävarman verkon rakentamisen lisääntyessä on hyödyllistä tietää ja huomioida vanhan verkon kunto ja ikä.

Kolme yleisintä kyllästykseen käytettyä ainetta ovat kreosootti, suola ja kupari. Noin 90 % Suomessa sähköyhtiöiden verkoissa olevista noin 5 miljoonasta pylvästä on suolakyllästettyjä. Kaikkiaan pylväitä on ilmajohtokäytössä noin 7 miljoonaa. Näistä noin 2,5 miljoonaa pylvästä on kyllästetty 1960-luvulla. Yleisimmin käytössä on ollut CCA-kyllästeitä, eli kromi-kupari-arseeni -pohjaisia aineita. Kyllästeen pysyvyyttä parannettiin kromia lisäämällä ja arseenia vähentämällä siirryttäessä niin sanotusta B-tyypistä C-tyyppiin vuonna 1982. Pysyvyyden parantuessa saatiin aineen ympäristöystävällisyyttä parannettua. Käyttökelvottomat pylväät ja kaikki käsitelty puuaines ovat ongelmajätettä ja ne tulee hävittää asianmukaisesti. CCA-kyllästettyjen pylväiden käyttö on kielletty 1.9.2006 alkaen. (RJ 33:09) Jo asennetut pylväät voivat kuitenkin olla käytössä pitoajan loppuun.

Kreosoottikyllästeisiä pylväitä on noin kymmenesosa koko maan pylväistä. Kreosoottijäätöljy on kivihiilitervasta tislattava tuote, joka on ollut puun kyllästeaineena käytössä jo noin 150 vuotta. Kreosoottipylvään tunnistaminen on helppoa sekä hajun että ulkonäön perusteella, sillä haju on voimakas ja pylväs tihkuu tervaa. Kreosoottijäätöljy valuu ajan myötä alaspäin ja vahvistaa näin ollen pylvään tyveä, johon suurin rasitus kohdistuu I-

pylvään ollessa kyseessä. Sitä vastoin latvan kyllästys heikkenee kyllästepitoisuuden pienentyessä. (RJ 33:09)

Kuparikyllästetyn ja suolakyllästetyn pylvään erottaminen toisistaan saattaa olla hyvin hankalaa. Kuparikyllästeinen pylväs on yleensä hieman keltaisen sävyinen ja suolakyllästeinen hieman vihertävä. Kyllästysvuoden perusteella voi tehdä karkean jaon, mikäli kyllästysaineesta ei ole varmuutta. Ennen vuotta 2006 kyllästetyt pylväät ovat todennäköisesti suolakyllästeisiä ja sen jälkeen kyllästysaineena on ollut kupari. (RJ 33:09.)

Pylvääseen kiinnitettävät varoitusnauhat kertovat pylvään kunnosta ja asettavat rajoituksia pylvääseen kiipeämiselle. Yksi keltainen varoitusnauha rajoittaa kiipeämistä siten, että se on sallittua ainoastaan pylvään ollessa asianmukaisesti tuettu. Kaksi varoitusnauhaa kieltää kiipeämisen kokonaan, sillä pylväs on tällöin niin laho taikka muutoin huonokuntoinen, ettei siihen voida turvallisesti kiivetä. Varoitusnauhojen tarve riippuu pääasiassa pylvään halkaisijasta terveen puun osalta. Vaadittu terveen puun halkaisija riippuu pylvään pituudesta. (RJ 33:09) Pylvään terveen puun halkaisijan määrän vaatimukset ja varoitusnauhojen lisäämistä edellyttävät raja-arvot suhteessa pylvään pituuteen on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Varoitusnauhojen raja-arvot (RJ 33:09)

L = Pylvään maanpäällisen osan pituus (koko pituus - 2 m)

O = Terve tyvihalkaisijamitta, jolla asennetaan yksi keltainen nauha

OO = Terve tyvihalkaisijamitta, jolla asennetaan kaksi keltaista nauhaa

L	O	OO
6	13	11
7	14	12
8	14	12
9	15	13
10	15	13
11	16	14
12	17	15
13	18	16

Ja niin edelleen, terveen tyvihalkaisijan mitat kasvavat aina 1 cm pylväspituuden metriä kohti.

3.4.1 Lahotyypit

Lahotarkastusmenetelmän ollessa lahotyyppikohtainen, on lahotyypit tunnettava ja osattava tunnistaa maastossa. Tässä osiossa käydään lyhyesti läpi eri lahotyypit ja niiden tunnistus. Pintalaho syntyy kyllästeen huuhtoutuessa ajan saatossa pois pylvään pintaosista ja kyllästeessä tapahtuvien kemiallisten reaktioiden myötä (RJ 33:09). Suolakyllästeisissä pylväissä tyypillisimpiä pintalahotyyppisiä ovat katkolaho ja ruskolaho (RJ 33:09).

Mikrosienten aiheuttama katkolaho säilyttää puun muodon ja kovuuden, mutta tekee puusta arvaamattoman hauraan. Katkolahon tunnistaa tasaisesta leikkauspinnasta, joka terveellä puulla on säleinen. Ruskolaho syntyy makrosienten käyttäessä puun selluloosaa ravinnokseen. Puun selluloosan huvetessa ligniinin, puun kellertävän värin aiheuttavan selluloosan sidosaineen, osuus kasvaa ja tämä aiheuttaa tummuneen ja hiiltynyttä muistuttavan pinnan. Ruskolahon tunnistaa parhaiten palanutta muistuttavasta pinnasta. (RJ 33:09)

Kreosoottipylväille ominaisen kyllästeaineen alaspäin valumisen ja pylvään maarajan pintakerroksen vahvistumisen vuoksi pintalaho on kreosoottipylväissä harvinaista. Tyypillisempää on pylvään lahoaminen sisältä. (RJ 33:09.) Merkittävin pylvääseen kohdistuva rasitus on taivutus ja tästä näkökulmasta pylvään onttoisuus on vaarattomampaa kuin pintalaho, sillä se ei vaikuta yhtä paljon taivutuslujuuteen. (RJ 33:09.) Toisaalta sisälahon ja erityisesti sen määrän toteaminen ilman kairaa on hyvin vaikeaa. Tämä osaltaan mahdollistaa pahatkin arviointivirheet sisälahon määrittelyssä, erityisesti kokemattomamman tarkastajan ollessa kyseessä.

3.4.2 Työmenetelmät

Pylvään pituus määrittää pylväältä vaaditun halkaisijan (taulukko 1). Vaadittuun halkaisijaan luetaan ainoastaan terveen puun osuus, näin ollen lahon osuuden määrä olisi pystyttävä toteamaan ja mittaamaan mahdollisimman tarkasti pylvään työturvallisuuden varmistamiseksi. (RJ 33:09) Terveen puun määrä määritellään pääsääntöisesti siten, että kahdelta puolelta esiin kaivetusta pylvään tyvestä otettujen lahomittojen keskiarvo ker-

rotaan kahdella ja vähennetään mitatusta pylvään halkaisijasta. Jäljellä olevan terveen puun määrä pylvään pituuden kanssa ratkaisevat mahdollisten varoituss nauhojen tarpeen (RJ 33:09).

Aluksi pylvästä koputellaan vasaralla ja kuunnellaan puun ääntä mahdollisen onton kohdan löytymiseksi. Mikäli ontolta kuulostava kohta löytyy, otetaan tästä kohdasta näyte kasvukairalla. Kasvukairanäyte paljastaa sisälahon ja sen määrän. Pylvästä koputteleamalla haetaan maarajan alapuolelta pehmeämpää kohtaa, josta on hyvä aloittaa piikkikoe. Piikki painetaan kohtisuorasti pylvääseen ja sillä lohkaistaan palanen puusta. Lohjenneen palan rakenne paljastaa mahdollisen katkolahon pylväässä. Pehmeimmasta kohdasta mitataan laho PiloDyn-laitteella, joka ampuu mittakärjen puuhun ja näyttää piikin uppoaman asteikolla. Purasinpiikin uppoamaa verrataan PiloDynin antamaan lukemaan ja määritetään lahoisuus näiden perusteella.

Jos puu risahtaa ja irronnut säie tuntuu sitkeältä taivuttaessa, on kyseessä terve puu. Jos puu ei ole sitkeän tuntuista ja piikillä taivuttaessa irtoa palasia, joiden leikkauspinta on sileä, on kyseessä katkolaho. Huomionarvoista on muistaa, että märkä puu on pehmeää, muttei välttämättä lahoa ja kuiva puu on kovaa, mutta ei välttämättä tervettä.

3.4.3 Mittausten tarkkuuden ja vertailukelpoisuuden arviointi

Empiirisissä tutkimuksissa kesällä 2014 on verrattu PiloDyn -laitteen, purasinpiikin ja vasaran piikin antamia lahoisuuslukemia keskenään. Oikeanlaisella lyöntitekniikalla vasaralla saadaan hyvin samanlaisia tuloksia lahosyvyudeksi, kuin piikillä sitä kevyesti vasaralla naputtamalla. Piikkin naputtamistekniikka tuntuu olevan toimiva, sillä naputustuntumasta selviää, milloin terve puu on saavutettu. Naputustekniikkaa on verrattu PiloDyn -mittaukseen, eikä merkittävää eroa tuloksessa havaittu. Normaalista mittauskohdasta riippuvaa vaihtelua esiintyy kaikissa menetelmissä.

PiloDyn on kuitenkin ainoa täysin luotettava mittauslaite, sillä sen tulos ei riipu käyttäjästä. Vasaran piikillä mitattaessa väärä lyöntitekniikka tai liiallinen voimankäyttö aiheuttavat voimakkaasti vääristyneitä lahotuloksia. Sama vaikutus on väärällä naputtelutekniikalla piikkiä käytettäessä, sillä piikki uppoaa terveeseenkin puuhun riittävän lujaa

lyötäessä. Toisaalta taas käsin painamalla suoritettu piikkikoe voi antaa todellista vähäisemmän lahotuloksen tarkastajan fyysisistä ominaisuuksista riippuen.

Pylvään tyvi kaivetaan esiin lähtökohtaisesti kahdelta puolelta pylvästä. Tämä jättää osan pylväästä maa-aineksen peittoon, eikä tästä pylvään osasta saada lahon määrää mitattua. Näin ollen kriittisesti laho pylväs voi jäädä huomaamatta, erityisesti pistemäisen lahon tapauksessa.

4 KÄYTETTÄVÄT JÄRJESTELMÄT JA DOKUMENTOINTI

Tässä luvussa käsitellään verkkotietojärjestelmää tarkastustyökaluna ja dokumentoinnin nykytilaa, sen ongelmia ja kehitysideoita. Luvussa käsitellään kenttädokumentoinnin apuna olevaa vihkoon kirjaamista, sen ongelmia ja kehitysmahdollisuuksia. Lisäksi käsitellään verkkotietojärjestelmän vaihdon vaikutuksia tulevaisuuteen ja sen myötä tulevia mahdollisuuksia.

4.1 Verkkotietojärjestelmä

Verkkotietojärjestelmää käyttäen voidaan hallita olemassa olevaa verkkoa, suunnitella uutta verkkoa ja laskea uuden ja vanhan verkon toimintaa. Verkkotietojärjestelmä sisältää kaiken tiedon verkkoyhtiön sähköverkon rakenteista, johtoreiteistä ja kaikista muutoksista, jota sinne on dokumentoitu. (Rannelma 2015.)

Maastolinjassa on siirrytty PowerGrid verkkotietojärjestelmästä Trimble NIS:iin helmikuun alussa 2015. Tarkastuskäytössä uutta järjestelmää ei ole vielä päästy kokeilemaan, joten yksityiskohtaisempia tietoja tai kokemusta sen kunnossapitokäytöstä ei ole. (Rannelma 2015.) Tässä käsitellään verkkotietojärjestelmän käyttöä kunnossapitotarkastuksissa yleisellä tasolla ja esitetyt ongelmat pohjautuvat käytöstä poistuneeseen PowerGrid -järjestelmään.

Verkkoyhtiö määrittelee huoltoalueet ja kullakin huoltoalueella tarkastettavat kohteet. Tilauksen vastaanottaja käy alueen läpi ja huoltoalue jaetaan pienempiin palasiin, replikoihin. Replikat ovat tietynlaisia alueellisesti rajattuja kopioita verkkotietojärjestelmästä. Replikatiedosto on siirrettävällä muistikortilla maastotietokoneessa ja tiedostoon kirjataan tarkastuksessa tehdyt havainnot. Kun replika on tarkastettu kokonaan, se siirretään toimistolla tietokoneelle ja tiedot ladataan verkkotietojärjestelmään tarkastettua aluetta vastaavaan suunnitelmaan. Tässä vaiheessa tarkastetaan, että kaikki halutut kohteet on tarkastettu. Kun kaiken todetaan olevan kunnossa, otetaan yhteyttä verkkoyhtiön kunnossapitosuunnittelijaan, joka tarkastettuaan ja hyväksyttyään alueen tehdyksi topittaa sen osaksi verkkotietojärjestelmässä olevaa verkkoa. (Rannelma 2015.)

4.2 Kenttädokumentointi

Maastolinjalla on käytössä maastotietokoneita, joiden avulla tarkastaja kirjaa havainnot replikalle ja paikallistaa kohteet. PowerGrid verkkotietojärjestelmässä olevan ominaisuuden vuoksi useamman tarkastajan ollessa samalla replikalla, on käytettävä vihkomenetelmää. PowerGrid ei pysty käsittelemään rinnakkaisia replikatiedostoja siten, että voitaisiin käyttää useita tietokoneita replikalla samanaikaisesti. Ladattaessa useita samaa alueelta olevia tarkastustiedostoja suunnitelmalle, jälkimmäisenä ladattu jää voimaan ja pyyhkii ennen sitä ladatut tiedot pois. (Rannelma 2015.) Vihkomenetelmällä tarkastuksen havainnot kirjataan vihkoon ja siirretään sieltä myöhemmin tietokoneen replikalle. Replikalla olevan työparin tietokoneeton osapuoli piirtää vihkoon periaatekuvan tarkastettavasta verkon osasta ja yksilöi pylväät esimerkiksi numeroimalla. Jokaisen pylvään numero on kirjattava kyseisen pylvään tarkastustietojen yhteyteen. Näin tarkastustietojen yhdistäminen oikeaan pylvääseen on myöhemmin helpompaa ja virheiden todennäköisyys pienenee.

4.3 Dokumentointi ja sen kehitys

Ongelmat dokumentoinnissa ja tarkastustietojen kirjaamisessa keskittyvät lähinnä virhetulkintoihin vihkomenetelmässä ja siihen, että vihkomenetelmä on ylipäätään käytössä. Tässä luvussa käsitellään näitä ongelmia ja yritetään luoda ideoita tilanteen kehittymiseksi parempaan suuntaan. Lisäksi käsitellään tähän asti käytössä olleeseen offlinekirjaamiseen liittyviä ongelmia.

4.3.1 Vihkomenetelmä

Vihkomenetelmässä on useita virheen mahdollisuuksia. Virheet verkkotietojärjestelmän muuntopiirikartassa ovat mahdollisia. Virheellinen pylväiden määrä taikka sijainti kopioituu vihkoon tehtyyn karttaan. Näin ollen on mahdollista, että yhden ylimääräisen tai puuttuvan pylvään ansiosta kaikkien kyseisen verkon osan pylväiden tiedot ovat siirtyneet järjestelmällisesti seuraavalle tai edelliselle pylväälle. Toisin sanoen tässä tilanteessa kaikkien pylväiden tiedot ovat vääriä. Tilannetta pahentaa entisestään se jos tiedot on kirjattu koneelle ja tarkastusvihkon sivut on hävitetty.

Epäyhtenäiset merkintätavat ja tulkinnanvaraiset merkinnät mahdollistavat virheen siirrettäessä tietoja vihkosta tietokoneelle. Virhetulkinnan riski on erityisen suuri silloin, kun vihkomerkinnot kirjoittanut ja tietokoneelle kirjaaja ovat eri henkilö. Vihkon katoaminen ennen tietojen koneelle kirjaamista on riski erityisesti silloin, kun tietojen kirjaaminen viivästyy ja tietoja säilytetään mahdollisesti vihkosta irrotetuilla, yksittäisillä sivuilla. Tiedot tulisi kirjata tietokoneelle mahdollisimman nopeasti, jotta tarkastetut kohteet olisivat vielä tuoreessa muistissa.

Vihkomenetelmä tuntuu saavuttaneen kehityksensä huipun, eikä sille tunnu löytyvän minkäänlaista sen luotettavuutta tai tehokkuutta lisäävää kehitysmenetelmää. Vihkomenetelmästä eroon pääseminen tosin parantaisi molempia edellä mainittuja ominaisuuksia kenttädokumentoinnissa.

4.3.2 Kenttädokumentoinnin kehitys

Vihkomenetelmässä sen tehokkuutta alentava ominaisuus on ilman muuta kaksinkertainen tietojen kirjaus. Ensin tiedot kirjataan maastossa vihkoon ja myöhemmin vihkosta tietokoneelle. Näin tietojen kirjaamiseen kuluva aika karkeasti kaksinkertaistuu ja kiire tietoja tietokoneelle kopioidessa kasvattaa näppäilyvirheen mahdollisuutta. Näin ollen tietojen vääristymisen riski matkalla maastosta verkkotietojärjestelmään on vihkomenetelmässä melko paljon suurempi verrattuna suoraan tietokoneelle kirjaukseen. Ideaali tilanne olisi silloin, kun jokainen tarkastaja voisi kirjata tiedot suoraan verkkotietojärjestelmän replikatiedostoon.

Edellä on kuitenkin käsitelty PowerGrid -verkkotietojärjestelmän käytössä esiintyvää ongelmaa, joka estää rinnakkaisten replikatiedostojen palautuksen. Nyt kuitenkin on siirrytty Trimble NIS -verkkotietojärjestelmän käyttöön. Järjestelmä on jo suunnittelukäytössä, mutta tarkastuskäytössä sitä ei ole kokeiltu. Näin ollen verkkotietojärjestelmän tarkastussovelluksen tarkemmat ominaisuudet eivät ole selvillä ja verkkotietojärjestelmää ja sen käyttöä koskevat kehitysehdotukset ovat yleisellä tasolla ja verrattain pintapuolisesti käsiteltyjä.

Vihkomenetelmän sijaan voisi hyödyntää NIS:in mobiilikäyttömahdollisuutta ja korvata vihot ja mahdollisesti tietokoneetkin mobiililaitteilla, esimerkiksi maastokäyttöön sopi-

villa tableteilla. Näin tiedot voitaisiin kirjata suoraan verkkoyhtiön suunnitelmalle. Näin totuttu näköistiedoston luominen ja käyttö jäävät kokonaan pois. Suurin etu tässä järjestelyssä olisi tarkastustietojen sijainti. Tarkastustiedot eivät olisi enää sidottuna yhteen tietokoneeseen ja muistikorttiin. Tietojen säilyminen palautukseen asti ei olisi enää kiinni muistikortin tallessa ja ehjänä pysymisestä tai varmuuskopioista. Kun tiedot kirjattaisiin suoraan tilaajan järjestelmään, vastuun tarkastustietojen säilyttämisestä voisi katsoa siirtyvän välittömästi verkkoyhtiölle. Samalla saataisiin mahdollisuus tarkastaa samaa huoltoaluetta osaa samanaikaisesti usean tarkastajan voimin, ilman jälkikirjaamista. Tämä ei tietenkään vaadi mobiililaitetta, vaan voidaan toteuttaa tietokoneellakin.

Edellisestä hieman poikkeava idea olisi vanhan menetelmän kaltainen, mutta siinä replikatiedosto olisi maastolinjan hallussa ja sitä käytettäisiin palvelimen yli siten, että tiedoston rinnakkainen käyttö olisi mahdollinen. Tämän idean pääasiallinen ero edelliseen on se, että tarkastustiedot säilyisivät Maastolinjan hallussa niiden palautukseen asti. Vihkokirjaamisesta päästäisiin eroon tässäkin mallissa ja tietojen sijainti olisi muualla kuin kenttätietokoneella. Tämän toteuttaminen vaatii oman serverin, eikä se käytännöllisyydessään yllä edellisen parannusehdotuksen tasolle.

Parannusehdotusten yhteydessä ei oteta kantaa tietoturvajärjestelyihin, eikä ideoiden toteutuksen taloudelliseen puoleen. Ideat eivät perustu laskelmiin eivätkä arvioihin ideoiden toteuttamisen taloudellisista hyödyistä, vaan käyttökokemuksiin ja laadun parantamisen tavoitteluun.

5 TYÖHÖN PEREHDYTTÄMINEN JA PÄTEVYYSVAATIMUKSET

5.1 Pätevyysvaatimukset

Verkkoyhtiön vaatimus on, että jokaisen itsenäisesti tarkastuksia tekevän verkostotarkastajan tulee olla suorittanut tai olla opiskelemassa vähintään sähköalan perustutkintoa. Tarkastajan lisenssiä varten on suoritettava Adaton tarkastajakoulutus. Lahotarkastajan on käytävä lahotarkastuskoulutus ja tämän jälkeen tehtävä työtä virallisen tarkastajan valvonnan alaisena. Virallinen tarkastaja valvoo työtä, kunnes katsoo lahotarkastajan kykenevän itsenäiseen tarkastustyöhön. (Rannelma 2015.)

Tarkastajalle eduksi olevia ominaisuuksia ovat maastossa viihtyminen ja kyky työskennellä itsenäisesti, tosin ryhmätyöskentelyinkin on onnistuttava. Eduksi on myös olla halukas oppimaan verkon rakenteeseen ja toimintaan liittyviä asioita sekä omata rohkeutta kysyä epäselvissä tilanteissa. (Rannelma 2015.) Lisäksi tarkastajan työssä edullisia ominaisuuksia ovat hyvä päättelykyky, oma-aloitteisuus sekä kriittisyys.

Pätevyysvaatimuksiin kuuluu myös pakollisena osana Maastolinjan oma koulutus, jossa käsitellään työhön liittyvät työturvallisuus ja sähkötyöturvallisuusasiat. Tieturvakoulutus voi olla tarkastajalle hyvin tarpeellinen, sillä tarkastettavat kohteet saattavat sijaita tiealueen välittömässä läheisyydessä ja tarkastajan voi olla mahdotonta välttää tiealueelle joutumista työskennellessään tai siirtyessään seuraavalle tarkastettavalle kohteelle..

5.2 Perehdytys ja sen kehittäminen

Työhön perehdytys tapahtuu pääasiassa käytännön kautta. Perehdytyksen teoriaosuuden jälkeen työhön tutustuminen aloitettiin olemalla kokeneemman tarkastajan mukana maastossa. Perehdytysaikana vastuu työn tekemisestä kasvoi nousujohteisesti kaivamisesta itsenäisesti suoritettaviin tarkastuksiin. Työn jälkeä valvottiin ja tehtyjä tarkastuksia tarkastettiin vanhempien tarkastajien toimesta. Tehdyissä tarkastuksissa havaituista puutteista annettiin palautetta ja tarvittaessa oikaistiin väärinkäsityksiä ja annettiin lisäohjeita. Perehdytyksen aikana työskenneltiin kokeneemman tarkastajan sijaan myös

toisen harjoittelijan kanssa. Tässä tarkoituksena oli yhdessä tarkastaessa jakaa jo saatuja oppeja ja olla tukena päätöksen teossa ja vikojen arvioinnissa.

5.2.1 Tarkastettavien kohteiden tuntemus

Sähkötekniikan perustiedot pitäisi jokaisella tarkastuksiin perehdytettävällä olla hallussa, jotta perehdytettävällä on mahdollisimman hyvät edellytykset sisäistää asiat. Muussa tapauksessa asiasta hyvin perillä olevankin on vaikeaa opettaa työssä tarvittavia tietoja ja taitoja sellaiselle, joka tietotasonsa puolesta voi oppia mekaanisen suorituksen, mutta ei välttämättä ymmärrä kyseisen suorituksen tarkoitusta tai vaikutusta kokonaisuuteen.

Työhön sisältyvien asioiden asteittainen toimenkuvaan lisääminen on onnistunut Maastolinjan perehdytyksessä hyvin, eikä liian suuria harppauksia työn vaativuuden tai vastuun lisääntymisessä ole tapahtunut. Jokseenkin moniin, joskin toisinaan melko spesifistä tietämystä vaativiin kysymyksiin verkosta, sen toiminnoista ja rakenteesta on kuultu vastaus, ettei kysymykseen osata vastata. Kysymykset eivät ole turhia vaan päinvastoin, auttavat usein kysyjää hahmottamaan opittavaa asiaa, jota kysymys edes välillisesti koskee. On vaikeaa hahmottaa asian tärkeyttä ja vaikutusta ympäristöön ja muuhun järjestelmään, mikäli sen tarkoitus ja toiminta jäävät epäselviksi. Siksi olisi tärkeää löytää selitys sellaisillekin asioille, jotka tuntuvat itsestään selviltä, vaikka niitä ei osakaan perustella.

Perehdyttäjällä on itse asiassa ainutlaatuinen tilaisuus oppia perehdytettävä asia entistä syvällisemmin ja paremmin, sillä harjoittelijan esittäessä kysymyksiä, voi huomata, ettei välttämättä ole tullut ajatelleeksi asiaa kysyjän näkökulmasta tai on pitänyt asiaa itsestäänselvyytenä. Uudet näkökulmat tai itsestäänselvyytenä pidettyjen asioiden tarkempi tutkiskelu on aina kehittävää ja parantaa asian tuntemusta. Toimintamallien perusteleminen on paras tapa opettaa ja toisaalta oppia. Vastaan voi kuitenkin tulla tilanne, jossa tietämys ei enää riitä, silloin kannattaa ottaa asioista selvää, kysyä muilta tai selvittää itse esimerkiksi kirjallisuudesta. Tuntemattoman asian sivuttaminen ja hyväksyminen toimintamalliksi, ilman sen ymmärtämistä, ei ole eduksi harjoittelijalle, ei perehdyttäjälle eikä varsinkaan työn laadulle.

Perehdyttävältä taholta on kuultu, ettei kokonaiskuva perehdytyksen toteutuksesta ole ollut kovin selkeä. Toisin sanoen ainakin jossain määrin epäselvää on ollut opetettavien asioiden sisältö ja kuinka opettaminen pitäisi tehdä. Perehdytykseen perehdyttämällä voisi helpottaa perehdyttäjän taakkaa, esimerkiksi luomalla selkeä linja perehdytyksen toteutukseen ja mahdollisesti opastamalla perehdytykseen liittyvissä asioissa. Työn laadun kannalta tarkastettavan kohteen tunteminen on tärkeää, sillä muutoin on vaikeaa arvioida vikojen vakavuutta ja niiden mahdollisia seurauksia. Olisi tärkeää osata perehdyttää harjoittelija mahdollisimman hyvin tarkastettavien kohteiden tarkoitukseen ja toimintaan. On toki mahdollista opetella mekaaninen menetelmä, jolla jokainen vika arvioidaan sokeasti ilman ympäröivien asianhaarojen vaikutuksen huomioimista tai tarkastettavan kohteen tarkoituksen tuntemista, mutta se ei palvele laadukkaan lopputuloksen saavuttamista. Syy ja seuraussuhteiden tuntemus on tärkeä osa järkevää sähköverkon kunnossapitotarkastusta.

5.2.2 Lahotarkastajan perehdytys

Lahotarkastaja ei työssään sinänsä tarvitse sähkötekniikan tuntemusta, mutta perusasioiden läpikäyminen perehdytyksessä olisi kuitenkin suotavaa. Lahotarkastajan tulisi olla perillä sähköverkon rakenteesta ainakin sen verran, että erottaa telekaapelin ja AMKAN toisistaan. Lisäksi olisi hyvä olla tietoinen siitä, että muuntopiirikartan näkymä ei aina vastaa maastossa olevaa rakennetta vaan näissä saattaa olla eroavaisuuksia suuntaan jos toiseenkin.

5.2.3 Näkemysten yhtenäisyys tarkastustyössä

Perehdytyksen aikana toisen harjoittelijan kanssa työskennellessä ilmeni monia eroavaisuuksia työmenetelmissä ja vikojen arviointikriteereissä, mikä johtui eri perehdyttäjien kesken esiintyvistä toimintamalli- ja näkemyseroista. Näkemys- ja menettelyeroista johtuen toisen harjoittelijan kanssa työskentely ja työtapojen vertailu ja yhdessä pohtiminen oli kehittävä ja tuntui hyödylliseltä. Perehdytyksen loppuvaiheilla tehtiin itsenäisiä tarkastuksia, jotka käytiin läpi kokeneemman tarkastajan kanssa jälkikäteen palauteskeskusteluna. Puutteista ja virheistä huomautettiin jos huomautettavaa oli. Myös vikojen vakavuuden painottamisesta sai palautetta.

Tässä menetelmässä ilmeni kuitenkin ongelma, joka hämmentää palautteen saajaa ja mahdollisesti vaikeuttaa asioiden sisäistämistä. Kyseessä on tapahtuma, jossa lopputuloksen tarkastaja vaihteli ja eri perehdyttäjiltä saatiin samaa toimintamallia koskien risti-riitaista palautetta, eli toisen ohjeita noudattamalla saattoi saada toiselta moitteita. Tämä ei tietenkään koskenut kaikkea toimintaa, vaan joitakin yksittäisiä tilanteita.

Työhön perehdyttävien tarkastajien koulutus perehdytystehtäviin nousee tässäkin yhteydessä yhdeksi kehitysmenetelmäksi, mutta tämän ongelman kohdalla perehdytys-suunnitelma ja yhtenäinen linja perehdyttävien tarkastajien kesken ovat ensisijaisessa asemassa parannuskeinoja etsiessä. Perehdytysuunnitelmalla tarkoitetaan tässä suunnitelmaa perehdytettävien asioiden opettamisen järjestyksestä ja opetustavasta siten, että kaikki harjoittelijat perehdytetään samalla tavalla ja johdonmukaisesti tehtävien vaatimalle tasolle. Mahdollinen harjoittelijan lisäkoulutuksen tarve on huomioitava erikseen. Näin tarkastuksista saadaan johdonmukaisia ja yhtenäisiä. Ideaalitilanne olisi sellainen, jossa samalle tarkastettavalle kohteelle lähetetyt tarkastajat tuottaisivat täysin samanlaiset arviot kohteen kunnosta.

Kehitysidea ei sinänsä pyri rajoittamaan tai ohjaamaan tarkastajien toimintaa, vaikka sen tarkoituksena onkin herättää ajatus toimintamallien yhtenäistämisestä. Sen tarkoitus on ennen kaikkea saada harjoittelijalle johdonmukainen perehdytys. On selvää, että jokainen tarkastaja ennemmin tai myöhemmin soveltaa menetelmiä itselle sopivammaksi. Kokemuksen ja asiantuntemuksen myötä tapahtuva toiminnan soveltaminen ja yksilön mittakaavassa toiminnan kehittäminen ei ole työn laadun näkökulmasta katsottuna haitallista, vaan toisinaan jopa suotavaa. Sen sijaan harjoittelijalla ei tätä asiantuntemusta ja kokemusta ole ja ymmärrys työmenetelmiä kohtaan voi olla heikko. Näin ollen perehdyttävän tarkastajan mahdollisesti henkilökohtaisiin tarpeisiin räätälöidyt työmenetelmät eivät välttämättä avaudu harjoittelijalle niiden oikean toiminnan ja lopputuloksen vaatimalla tavalla.

7 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tarkastella Maastolinjan pienjänniteverkon kunnossapitotarkastusprosessin osa-alueita laadullisesta näkökulmasta. Työn laatu on sinänsä hyvin laaja-alainen käsite, joten työn laatu oli määriteltävä ennen asioiden laadullisten vaikutusten tai vaatimusten arviointia. Laadunäkökulmaa käsiteltiin tarkastustulosten luotettavuuden ja tasalaatuisuuden, tarkastettavien kohteiden tuntemuksen sekä perehdytyksen avulla.

Lähtökohtana työssä oli nostaa esiin tarkastuksia tehdessä vastaan tulleita epäkohtia ja ongelmia. Suurimmat epäkohdat ja ongelmat esiintyivät perehdytyksessä ja sen puutteista aiheutuvissa lieveilmiöissä sekä dokumentoinnin toteutuksessa. Kehitysideoiksi rakentui lähtökohtiin nähden melko edistyksellisiä ajatuksia, joiden toteutukseen ei ihmisiä vaadi. Sen lisäksi, että ideat ovat toteutuskelpoisia, ne toteutuessaan kehittävät merkittävästi Maastolinjan toimintaa. Kehitys tapahtuu erityisesti työn tehokkuuden, tasalaatuisuuden ja luotettavuuden lisääntymisenä. Perehdytyksen yhtenäistäminen ja suunnitelmallisuuden lisääminen tasalaatuistavat tarkastustuloksia ja selkeät työmenetelmät takaavat luotettavan lopputuloksen. Dokumentoinnin muutoksilla saadaan aikaan liikkuvuutta ja luotettavuutta dokumentointiin muun muassa rinnakkaisten käyttäjien mahdollistuessa ja vihkomenetelmän käytön vähentyessä.

Kokonaisuuden hahmottaminen työn eri vaiheissa vaati keskittymistä, mutta siitä huolimatta työn osa-alueiden painotus kokonaisuuteen nähden on tavoitteiden mukainen. Palautekeskustelut ja tiedonvaihto työelämän ohjaajan kanssa olivat korvaamaton apu työn etenemisen kannalta. Kaiken kaikkiaan työn tavoitteet ovat täyttyneet hyvin ja ennalta asetettuihin tavoitteisiin on päästy. Mitään valmista ratkaisua ei tässä työssä ollut tarkoituskaan kehittää, vaan nostaa ongelmia esille ja ideoida niihin parannusehdotuksia laadullisista lähtökohdista. Tulevaisuuden tarkastusten laadun varmistamiseksi on tärkeää pitää esiin nostetut epäkohdat mielessä pitää mieli avoimena niihin luotuja parannusehdotuksia ajatellen, tulivat ne sitten miltä taholta hyvänsä.

LÄHTEET

Verkoston vakiorakenteet. HeadPower. (Liite 1)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517.

Kukkonen, A. Projektipäällikkö. 2015. Sähköpostiviesti. TSS Group Oy Maastolinja.

Maastolinja 2010. Verkoston tarkastusohje. Sisäinen materiaali.

Rannelma, V. Pää tarkastaja. 2015. Sähköpostiviesti. TSS Group Oy Maastolinja.

RJ 33:09. 2009. Energiateollisuus ry. Puupylväiden lahoisuustarkastus ja lujuuden määrittäminen. Verkostosuositus. Helsinki.

RJ 18:15. 2015. Energiateollisuus ry. Rakenteet. Pylväiden perustaminen ja harusten määrittäminen. Verkostosuositus. Helsinki.

RM 5:03. 2003. Sähköenergialiitto ry. Pylväsmuuntamon maadoitusjohtimet, ylijännitesuojaus ja eläinsuojaus. Verkostosuositus. Helsinki.

SFS 2451. 2005. Ilmajohdotarvikkeet. Kannatuskoukku RKKP. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

SFS 2452. 2005. Ilmajohdotarvikkeet. Kannatuskoukku RKKS. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

SFS 2454. 2005. Ilmajohdotarvikkeet. Ripustin RKR. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

SFS 2662. 2004. Ilmajohdot. Puupylväs. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

SFS 4155. 2005. Ilmajohdotarvikkeet. Rengasmutterit. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

SFS 4583. 2005. Ilmajohdotarvikkeet. Latvasuojus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

SFS 6003. 2008. Pienjänniteilmajohdot. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588.

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.

Sähköverkko tekniset tunnusluvut 2013. Energiavirasto. Excel-taulukko. Tulostettu 16.3.2015.

TA 2:96. 1996. Sähköenergialiitto ry SENER. Johdon ja johtoalueen tarkastusohje. Tarkastuslomakkeen täyttöohje. Verkostosuositus. Helsinki.

TA 3:98. 1998. Sähköenergialiitto ry. Kuntotarkastus ja lomakkeen täyttö. Verkostosuositus. Helsinki.

YJ 1:08. 2008. Energiateollisuus ry. Sähköverkonhaltijain ja televerkko-operaattorien pylväiden ja maadoitusten yhteiskäyttöä koskeva toimintaohje. Verkostosuositus. Helsinki.

YJ 7:06. 2006. Energiateollisuus ry. 1 kV sähköjakelujärjestelmän merkinnät. Verkostosuositus. Helsinki.

YJ 8:09. 2009. Energiateollisuus ry. Sähköjakeluverkon merkinnät. Verkostosuositus. Helsinki.

LIITTEET

Liite 1. HeadPower, verkoston vakiorakenteet

Verkoston vakiorakenteet		
Nimi	tunnus	suunnitteluvuosi
PEN-johtimen maadoitus	8511	2004
A-pylväs	P11	2003
Tukipylväs	P21	2013
Kallioperustus	R21-R23	2011
AMKAN ja Pj-avojohdon johtoalue metsässä	111 Liite	1996
Pylväsmuuntamo muuntajaerottimella	317_M	2011
I-pylväsmuuntamon yhdistetty maadoitus	8521/1	2003